

## UJI DAN EVALUASI SOFTWARE SIMULASI PEMBANGKIT SINAR LASER VERSI PhET

Tugiyo Aminoto \*)  
aminoto.tugiyo1976@yahoo.com

### ABSTRAK

Evaluasi terhadap software kependidikan adalah sangat penting mengingat saat ini penggunaan simulasi komputer dalam pembelajaran telah meningkat secara besar-besaran. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan mengevaluasi software simulasi laser buatan PhET. Dalam uji dan evaluasi ini telah diselidiki: pengaruh jarak antara aras energi 2 dan 3, pengaruh intensitas lampu pemompa (lamp control), pengaruh waktu hidup (lifetime), pengaruh koefisien refleksifitas cermin terhadap kestabilan dan daya keluaran lasernya. Dari hasil uji diperoleh bahwa semakin dekat level energi 2 dan 3 semakin cepat lasernya dapat muncul dan sebaliknya. Pengaruh diturunkannya intensitas lampu pemompa adalah menurunnya daya output. Nilai refleksifitas cermin yang mengecil menyebabkan laser menjadi melemah. Pengaruh dikecilkannya nilai lifetime pada aras 3 menjadikan laser adalah daya output laser semakin meningkat. Secara umum, software simulasi ini sangat baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran mengenai terjadinya sinar laser.

Kata kunci: evaluasi software, simulasi, laser

### ABSTRACT

Software evaluation is very important as the current uses of computer simulation in teaching and learning are numerously increasing. This study aims to test and to evaluate the performance of laser simulation created by PhET (Physics Education Technology). This simulation shows the process of electrons population inversion and de-excitation which lead to laser production. In this software evaluation, the lasing process is tested and the impact of energy levels separation, lamp intensity, electron lifetime and mirror reflectivity are investigated. The closer energy level 2 and 3 separation, the easier lasing process will occur. The lower lamp intensity (and mirror reflectivity), the lower laser power output. The effect of lifetime is in contrary. In general, this simulation is very suitable to be a good learning media of teaching laser topics, but there are some suggestions which is possibly done to make it more completed and better.

Keywords: software evaluation, simulation, laser

\*) Dosen Prodi Pendidikan Fisika Jurusan PMIPA FKIP UNJA

## A. PENDAHULUAN

Animasi dan simulasi dengan menggunakan program komputer untuk mempelajari fenomena alam yang bersifat abstrak, jauh dari jangkauan kemampuan alat ukur dan mengandung banyak resiko bahaya (jika dilakukan secara langsung) semakin mendapatkan perhatian baik dari peneliti maupun dari pengguna.

Sebagai tenaga pendidik, hal yang dihadapi adalah bagaimana memilih software yang baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Terdapat banyak pilihan software yang dapat digunakan di kelas kini sudah tersedia di Internet dengan beragam kualitas dan kompleksitasnya. Ada beberapa yang sangat bagus dan ada pula yang sangat buruk. Jadi sebelum memilih software yang tepat proses evaluasi terhadap software harus dilakukan. Evaluasi terhadap sebuah software meliputi kategori apa yang digunakan untuk mengukur efektifitas suatu media (Kerr, 2012)

Simulasi materi fisika termasuk simulasi pembangkit laser yang telah ada di Internet yaitu versi PhET telah banyak di akses, di gunakan atau dicoba oleh dosen guru, mahasiswa dan siswa. Simulasi pembangkit laser versi PhET ini telah membuka jalan yang mudah bagi siswa untuk memahami bagaimana proses pembangkitan laser itu terjadi. Sebagai media pembelajaran, simulasi ini tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu untuk dikaji dan dievaluasi sehingga akan semakin bermanfaat bagi siswa yang mempelajarinya.

Salah satu hal penting bahwa suatu media akan yang sangat membantu siswa adalah apabila media itu mudah dipakai sesuai dengan tujuannya. Simulasi versi PhET Tidak menyediakan penuntun penggunaan simulasi yang berisi apa saja yang dapat disimulasikan dan dipelajari termasuk langkah-langkah dalam menjalankan programnya. Jika penuntun ini tidak ada maka guru/siswa tidak akan terarah dan hanya akan mencoba meraba-raba tanpa dasar teori yang memadai sehingga tujuan pembelajaran tidak akan tercapai maksimal. Selain itu akan menimbulkan kesulitan bagi yang baru mempelajari prinsip kerja terjadinya sinyal laser.

Berdasarkan hal di atas maka dirasakan penting dan perlu untuk melakukan uji dan evaluasi software terhadap simulasi pembangkit laser versi PhET tersebut. Karya tulis ini nantinya dapat dijadikan panduan bagi dosen/guru fisika dalam menuntun mahasiswa/siswanya dalam mempelajari tentang terjadinya sinyal laser. Beberapa aspek yang akan diuji dan dievaluasi pada simulasi embangkit laser versi PhET tersebut yaitu: Pemahaman terhadap proses dan syarat terjadinya laser, Pengaruh jarak antara aras energi 2 dan 3, Pengaruh intentsitas lampu pemompa (lamp control), Pengaruh waktu hidup (lifetime) dan Pengaruh koefisien refleksifitas cermin terhadap daya output dan kestabilan laser.

## B. TUJUAN

Tujuan dari uji dan evaluasi software ini adalah menyelidiki faktor yang mempengaruhi daya output dan kestabilan laser yaitu:

1. Pengaruh jarak antara aras energi 2 dan 3
2. Pengaruh intentsitas lampu pemompa (lamp control)
3. Pengaruh waktu hidup (lifetime)
4. Pengaruh koefisien refleksifitas cermin

## C. MANFAAT

Manfaat dari kajian ini adalah sebagai bahan rujukan bagi dosen dan guru fisika dalam menyusun buku panduan dalam menggunakan dan mempelajari proses terjadinya sinyal laser dengan media simulasi komputer versi PhET.

## D. TINJAUAN PUSTAKA

### Media Pembelajaran

Media merupakan sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan dari sumber informasi ke penerima informasi tersebut. Istilah media digunakan dalam bidang pengajaran atau pendidikan sehingga istilahnya menjadi media pendidikan atau media pembelajaran. Arsyad (2002) menyatakan bahwa, “Media pembelajaran adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran”. Pendapat lain dikemukakan oleh Asyhar (2010), “Media pembelajaran yaitu semua jenis media yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran sehingga proses pembelajaran akan lebih efektif”. Sementara itu Munadi (2008) mengatakan, “Media pembelajaran adalah sumber-sumber belajar selain guru sebagai penyalur atau penghubung pesan ajar yang diadakan dan diciptakan secara terencana oleh guru atau pendidik”. Sedangkan menurut Thoifuri (2008), “Media pembelajaran merupakan alat bantu pengajaran untuk membantu siswa lebih cepat mengetahui, memahami, dan upaya terampil dalam mempelajari bidang studi tertentu, baik media berupa perangkat keras (*hardware*) maupun lunak (*software*)”.

Thoifuri (2008) membagi media pembelajaran menjadi dua macam yaitu media pembelajaran abstrak dan media pembelajaran konkrit. Alasan Thoifuri membagi media pembelajaran menjadi dua karena manusia terdiri dari jasmani dan rohani. Jasmani identik dengan kebutuhan media konkrit, sedangkan rohani identik dengan media pembelajaran abstrak. Media pembelajaran abstrak seperti; pembiasaan, pujian, hukuman, larangan, dan perintah, sedangkan alat bantu pembelajaran konkrit seperti; papan tulis, buku diktat, spidol, meja, kaset, video, radio, televisi, komputer, internet dan media-media lainnya.

Dalam suatu proses pembelajaran, dua unsur yang sangat penting adalah metode mengajar dan media pembelajaran sebab kedua unsur ini saling berkaitan. Pemilihan metode mengajar akan memengaruhi jenis media pembelajaran yang dipakai meskipun masih ada beberapa unsur lain yang menentukan, seperti tujuan pembelajaran, jenis tugas dan jenis respon yang diharapkan siswa kuasai, konteks pembelajaran.

Media merupakan komponen yang sangat penting dalam pembelajaran untuk menyampaikan pesan dari pendidik ke peserta didik melalui media pembelajaran. Adanya media pembelajaran akan memungkinkan proses interaksi antara pendidik/pelatih dengan peserta didik dapat berjalan dengan lancar. Adapun manfaat media dalam proses pembelajaran adalah : Proses pembelajaran dapat terjadi dalam dua arah dan menjadi lebih interaktif, proses belajar-mengajar menjadi lebih efisien, proses pembelajaran menjadi lebih menarik, diharapkan dengan adanya media pembelajaran, kualitas belajar peserta didik lebih meningkat, tempat berlangsungnya proses pembelajaran dapat terjadi

dimana saja dan kapan saja, peran pendidik (guru/pelatih/tutor) dapat lebih berfungsi sebagai fasilitator.

Sudjana & Rivai dalam Arsyad (2002) mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar mengajar adalah sebagai berikut: Pembelajaran akan lebih menarik bagi siswa, sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar, Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa dan memungkinkannya menguasai serta tercapai tujuan pembelajaran.

Selain itu manfaat media pembelajaran juga dikemukakan oleh Sanaky (2009), manfaat media pembelajaran bagi guru dan siswa adalah sebagai berikut: bagi guru, yaitu: memberikan pedoman, arah untuk mencapai tujuan; menjelaskan struktur dan urutan pengajaran secara baik. Sedangkan bagi siswa: Meningkatkan motivasi belajar pembelajar, Memberikan dan meningkatkan variasi, Merangsang pembelajar untuk berfikir dan beranalisis.

Model Animasi dan simulasi komputer dapat menjadi sarana untuk menerjemahkan teori (atau sesuatu yang abstrak) ke dalam dunia kongkret untuk aplikasi ke dalam praktek. Bisa juga model menjadi sarana memformulasikan teori berdasarkan temuan praktek (model untuk). Model merupakan salah satu *tool* untuk teorisasi. Arti teorisasi adalah proses empirik dan rasional yang menggunakan bermacam alat, seperti prosedur penelitian, model, logika dan alasan. Tujuannya adalah memberikan penjelasan penuh mengapa suatu peristiwa terjadi sehingga bisa memandu untuk memprediksi hasil. Kelebihan media animasi dan simulasi adalah penggabungan unsur media lain seperti audio, teks, video, image, grafik, dan sound menjadi satu kesatuan penyajian, sehingga mengakomodasi sesuai dengan modalitas belajar (Sudrajat, 2010).

#### Evaluasi Media Pendidikan

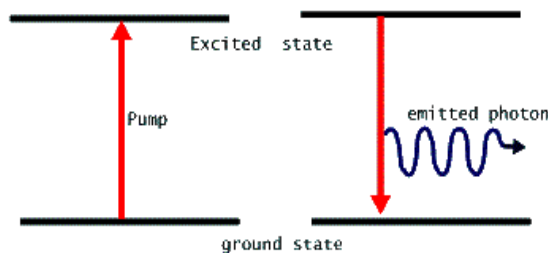
Menurut Aunurrahman (2008), “Evaluasi merupakan kegiatan pengumpulan data untuk mengukur sejauh mana tujuan telah tercapai”. Agar evaluasi yang diharapkan dapat memberikan manfaat sebagaimana diharapkan, maka evaluasi harus dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip yang tepat. Menurut Hendrikus (2008), “Evaluasi terhadap media apa saja tidak saja dinilai setelah dipakai tetapi juga perlu dibuat sebelum digunakan secara luas”. Menurut Romi (2006) aspek penilaian terdiri dari 3, yaitu : Aspek Rekayasa Perangkat Lunak, Aspek Desain Pembelajaran, Aspek dan Komunikasi Visual

## D.2 PEMBANGKIT SINAR LASER

LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan proses penguatan intensitas cahaya dengan teknik emisi/pancaran terangsang. Sinar Laser bersifat koheren, monokromatik, tidak menyebar dan intensitasnya bisa sangat tinggi. Einstein mempostulatkan pancaran imbas pada peristiwa radiasi agar dapat menjelaskan kesetimbangan termal suatu gas yang sedang menyerap dan memancarkan radiasi. Ada 3 proses yang terlibat dalam kesetimbangan itu, yaitu : serapan, pancarn spontan (disebut fluoresensi) dan pancaran terangsang (atau lasing artinya memancarkan laser). Proses yang terakhir biasanya diabaikan terhadap yang lain karena pada keadaan normal serapan dan pancaran spontan sangat dominan. Sebuah atom pada keadaan dasar dapat dieksitasi ke keadaan tingkat energi yang lebih tinggi dengan cara menumbukinya (proses pemompaan) dengan elektron atau foton. Setelah beberapa saat berada di tingkat tereksitasi elektron-elektron secara acak akan segera kembali ke tingkat energi yang lebih rendah, tidak harus ke keadaan dasar

semula. Proses acak ini dikenal sebagai fluoresensi terjadi dalam selang waktu rerata yang disebut umur rerata, lamanya tergantung pada keadaan dan jenis atom tersebut. Kebalikan dari umur ini dapat dipakai sebagai ukuran kebolehjadian atom tersebut terdeeksitasi sambil memancarkan foton yang energinya sama dengan selisih tingkat energi asal dan tujuan. Foton ini dapat saja diserap kembali oleh atom yang lain sehingga mengalami eksitasi tetapi dapat pula lolos keluar sistem sebagai cahaya. Sebetulnya atom atom yang tereksitasi tidak perlu menunggu terlalu lama untuk memancar secara spontan, asalkan terdapat foton yang merangsangnya. Syaratnya foton itu harus memiliki energi yang sama dengan selisih tingkat energi asal dan tujuan.

## Two-level atom



Gambar 1. Emisi Spontan

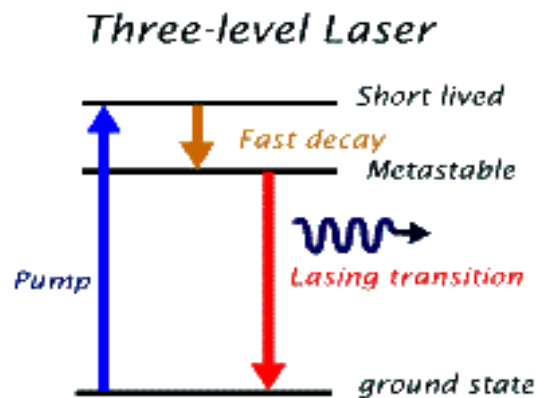
Ditinjau sebuah yang memiliki dua tingkat energi  $E_1$  dan  $E_2$ , dengan  $E_1 < E_2$ . Cacah atom yang berada di masing-masing tingkat energi adalah  $N_1$  dan  $N_2$ . Untuk menggambarkan distribusi energi pada atom-atom itu dalam kesetimbangan termal berlakulah statistik Maxwell - Boltzmann :

$$N_1 / N_2 = \exp ( E_2 - E_1 ) / kT$$

Persamaan ini memperlihatkan bahwa dalam keadaan setimbang nilai  $N_1$  selalu lebih besar dari nilai  $N_2$ , tingkat energi rendah selalu lebih padat populasinya dibandingkan dengan tingkat yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada keadaan tak setimbang maka akan terjadi perpindahan populasi melalui ketiga proses serapan dan pancaran tersebut di atas. Atom-atom di level  $E_2$  dapat saja melompat ke level  $E_1$  secara spontan dengan probabilitas transisinya  $A_{21}$  per satuan waktu. Pancaran spontan ini dapat pula merangsang transisi dari  $E_2$  ke  $E_1$  akibat berinteraksi dengan atom-atom yang berada dalam keadaan tereksitasi  $E_2$ . Akibatnya atom-atom itu melepaskan foton-foton yang energi dan fasenya persis sama dengan foton yang mengajaknya tadi, terjadilah laser. Proses demikian inilah yang terjadi pada banyak jenis laser seperti pada laser ruby dan laser-laser gas. Pada laser uap tembaga yang terjadi adalah efek radiasi resonansi, inversi populasi dicapai dengan cara memperpanjang umur atom tereksitasi terhadap tingkat energi dasar, sedangkan umurnya terhadap tingkat metastabil tidak berubah. Dengan demikian inversi populasi terjadi antara tingkat energi tinggi dengan tingkat metastabil. Setelah laser dihasilkan, atom-atom akan banyak terdapat di tingkat metastabil. Koherensi keluaran laser bersifat spasial maupun temporal, semua foton memiliki fase yang sama. Foton-foton tersebut saling mendukung satu sama lain, yang secara gelombang dikatakan berinterferensi konstruktif, sehingga intensitasnya berbanding langsung kepada  $N_2$ , dengan  $N$  adalah jumlah/cacah foton. Jadi, intensitasnya ini jauh lebih besar dibandingkan dengan intensitas radiasi tak - koheren yang hanya sebanding dengan  $N$  saja. Meningkatkan nisbah laju pancaran terangsang terhadap laju pancaran

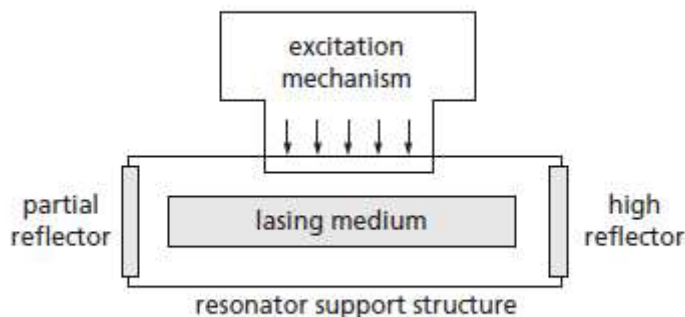
spontanannya juga merupakan syarat penting lainnya untuk menghasilkan laser (Anonim, 2011).

Pada laser dengan prinsip 3 tingkat energi maka dalam hal ini terdapat tingkat energi yang disebut sebagai level metastabil. Level ini bersifat istimewa yaitu tempat elektron-elektron transit dan saling menunggu elektron dari level 3 dan akan turun ke level 1 secara bersamaan apabila ada rangsangan dari atom lain yang lebih dulu memancarkan foton demikian seterusnya sehingga menimbulkan efek penguatan cahaya.



Gambar 2. Laser dengan 3 tingkat energi

Skema berikut menunjukkan arsitektur pembangkit sinar laser. Lasing medium berisi zat yang atom-atomnya memiliki tingkat energi metastabil (merupakan syarat utama terjadinya emisi terstimulasi). Zat ini diberi gangguan dari luar sehingga elektron-elektronya dapat tereksitasi. Proses ini (disebut pemompaan) dapat dilakukan secara elektris, mekanis dan optis. Fungsi dua cermin di kedua ujung tabung/resonator adalah sebagai pemantul sinar yang muncul pada proses lasing sinar ini dipantulkan bolak-balik dan mengeksitasi atom lainnya yang belum tereksitasi merata. Setelah semua tereksitasi maka akan terjadi emisi terstimulasi yang merupakan sinar laser.



Gambar 3. Arsitektur pembangkit laser

## E. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan uji dan evaluasi software yaitu terhadap software simulasi pembangkit laser (versi 4.05) buatan PhET (Physics Educational Technology).

Pada menu simulasi dilakukan setting sebagai berikut: jumlah atom dipilih multiple atoms (Lasing), Energy level dipilih: three. Selanjutnya, dengan setting tersebut dilakukan uji:

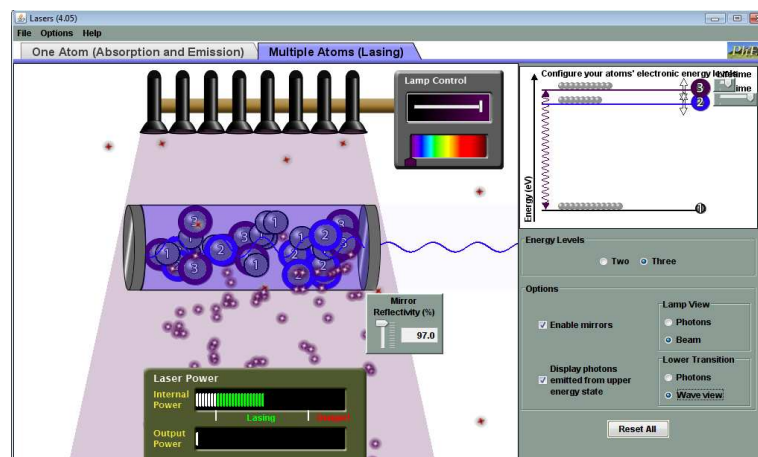
1. Pengaruh jarak antara aras energi 2 dan 3
2. Pengaruh intensitas lampu pemompa (lamp control)
3. Pengaruh waktu hidup (lifetime)
4. Pengaruh koefisien refleksifitas cermin

## F. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh jarak antara aras energi 3 dan 2

#### Uji A.1

Uji A.1 ini dilakukan dengan memilih aras energi 3 yang tertinggi dan jarak antar aras energi 3 dan 2 yang terkeci/terdekat lebih dahulu. Intensitas lampu pemompa dan refleksitas cermin dipilih maksimum. Pada keadaan ini laser teramati sinar laser muncul dalam waktu sekitar 3-5 menit sejak simulasi dimulai. Teramati juga bahwa laser cenderung stabil, yaitu dalam waktu yang cukup lama indikator daya/internal power laser selalu berada ditengah (daya tidak turun/melemah menuju nol ataupun tidak terus membesar sampai melewati batas tertinggi yang dapat merusak alat).



Gambar 3. Simulasi pengaruh jarak tingkat energi

Tidak adanya fasilitas perekaman/data tiap waktu menjadikan kapan waktu atau setelah berapa lama sinar laser muncul/terbentuk tidak bisa dilakukan secara eksak. Jadi pengamat harus melihat/mengamati layar simulasi tiap saat agar mengetahui proses kapan terjadinya laser dan peristiwa penting

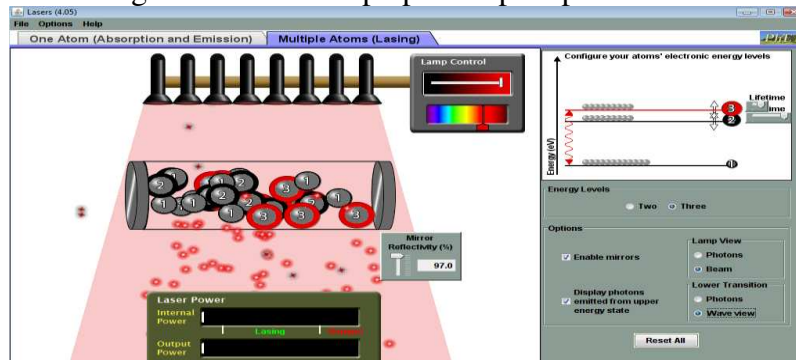
lainnya, hal ini akan menyulitkan jika pengamat harus melakukan tersebut untuk waktu yang lama.

Secara umum secara teori diketahui bahwa untuk sistem 3 aras energi ini akan terdapat 1 kemungkinan/cara elektron tereksitasi yaitu naik dari aras 1 ke aras 3 sedangkan pada saat turun kembali (de-eksitasi) terdapat 3 cara elektron turun kembali ke aras energi bawah sambil memancarkan foton. Pertama, elektron turun dari aras 3 ke aras 1, yang kedua yaitu dari aras 3 ke aras 2 dan yang ketiga dari aras 2 ke aras 1. Dalam hal ini emisi foton yang membuat terjadi berkas laser adalah akibat elektron terde-eksitasi dari aras 2 ke aras 1. Tampak pada gambar di atas bahwa terdapat 2 jenis foton lain (akibat transisi elektron aras 3 ke 2 dan 3 ke 1). selain dari berkas laser (transisi laser dari aras 2 ke 1) yaitu berbentuk bulat utuh dan yang satunya lagi berbentuk segiempat. Besar energi, frekuensi dan panjang gelombang sinar laser yang dihasilkan sesuai dengan beda energi aras 2 dan 1 ( $\Delta E = E_2 - E_1$ ).

Berkenaan dengan tulisan merah “Danger” adalah suatu keadaan dimana kekuatan/daya laser mencapai keadaan yang kuat yang dapat mengakibatkan alat/tabung pembangkit laser menjadi terlalu panas sehingga bisa rusak pecah/meledak. Berdasarkan uji yang dilakukan pada software simulasi ini, keadaan mencapai kondisi bahaya ini terjadi hanya bila kedua kaca pemantul refleksifitasnya dibuat 100% sehingga seluruh daya laser yang timbul tidak tersalurkan keluar sehingga menumpuk didalam alat/tabung.

### Uji A.2

Uji berikutnya adalah menggeser aras energi 3 dan 2 ke arah paling dekat dengan aras 1 dengan intensitas lampu pemompa dipilih maksimum.



Gambar 4. Simulasi pengaruh jarak tingkat energi 1 dan 3 terdekat.

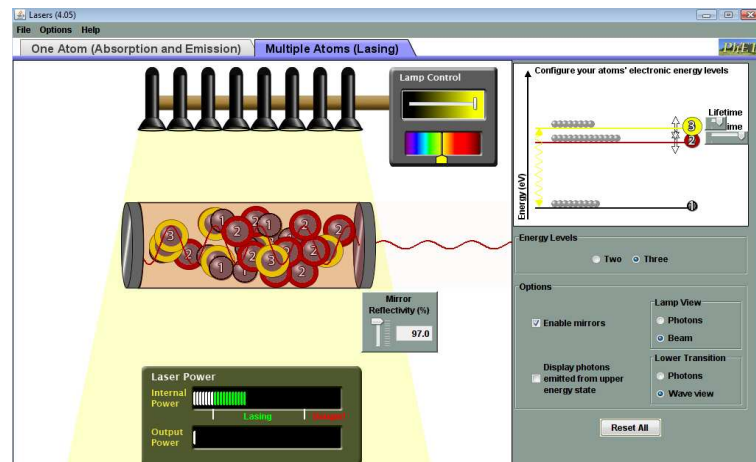
Hasil simulasi menunjukkan bahwa walaupun waktu simulasi telah berjalan lama namun sinar laser tetap tidak dapat muncul.

### Uji A.3

Melihat percobaan A.2 yang tidak menghasilkan sinar laser maka selanjutnya dilakukan percobaan untuk mengetahui pada jarak berapakah aras 3 berada (terhadap aras 1) sehingga sinar laser masih dapat muncul. Setelah aras 3 digeser ke aras yang bersesuaian dengan warna kuning dan aras 2 berada sedikit dibawahnya (bersesuaian dengan warna merah tua), hasil simulasi menunjukkan



sinar laser dapat muncul yaitu berwarna merah tua. Teramati juga bahwa daya internal laser yang dihasilkan adalah sedikit lebih rendah dari hasil pada percobaan B.1.

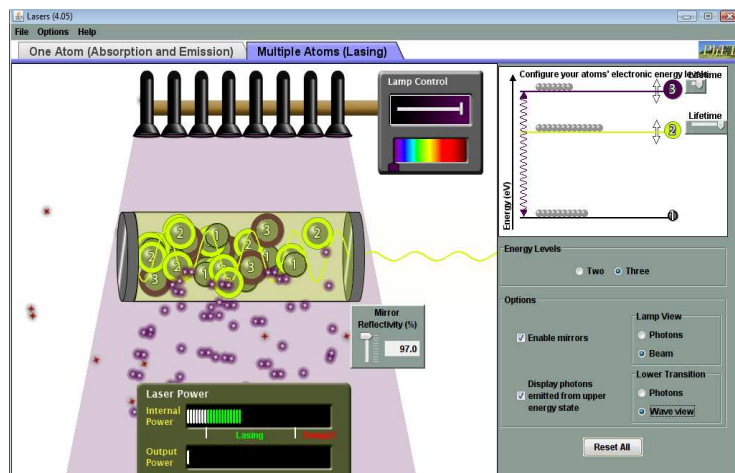


Gambar 5. Simulasi pengaruh jarak tingkat energi 1 dan 3 terdekat yang dapat menghasilkan laser.

Berdasarkan hal tersebut maka tidak munculnya sinar laser pada percobaan A.2 kemungkinan disebabkan oleh kurang baiknya distribusi skala energi yang dibuat oleh pembuat simulasi. Seperti tampak pada hasil gambar percobaan A.2 bahwa meskipun jarak aras energi 2 dan 1 tampak cukup lebar tetapi nyatanya indikator warna kedua aras tersebut menunjukkan warna yang sama atau dengan kata lain perbedaan kedua warna indikator tersebut sangat kecil tetapi jarak kedua aras tersebut cukup lebar. Agar memudahkan pengguna simulasi ataupun tidak menimbulkan kesalahpahaman yang seharusnya bisa dihindari (dua warna yang perbedaannya sangat kecil tersebut haruslah diikuti dengan jarak antar aras yang kecil). Kemungkinan yang lain adalah hal tersebut terjadi karena spektrum warna merah rentangnya memang jauh lebih lebar dibanding yang lain sehingga didaerah yang dekat dengan aras 1 spektrum energi elektronnya sangat rapat.

#### Uji A.4

Pada percobaan ini dilakukan variasi jarak antara aras 3 dan aras 2.



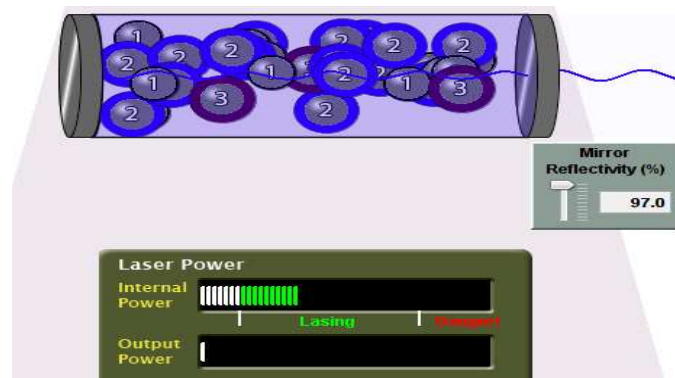
Gambar 6. Simulasi pengaruh jarak tingkat energi 2 dan 3.

Hasil-hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa semakin besar celah (*gap*) yaitu jarak antara aras energi 3 dan aras energi 2 semakin melemah daya sinar laser yang dihasilkan oleh pembangkit laser tersebut.

## 2. Pengaruh Intensitas lampu pemompa (lamp control)

### Uji B.1

Pada simulasi berikut ini dilakukan hal yang sama dengan percobaan 1 hanya saja intensitas lampu pemompa dibuat minimum.

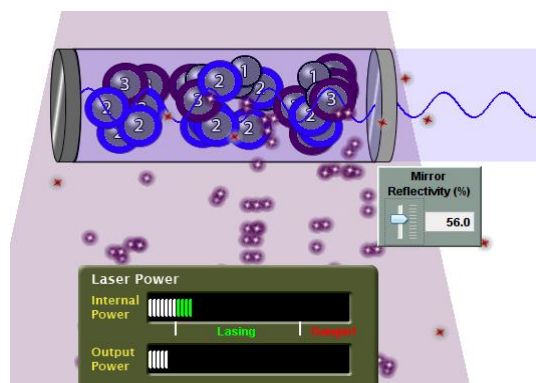


Gambar 7. Simulasi pengaruh intensitas lampu pemompa

Hasil simulasi tersebut menunjukkan sinar laser tetap dapat muncul dan stabil hanya saja dibanding dengan hasil percobaan 1 terlihat bahwa terjadi penurunan daya laser kira-kira 10-20%.

## 3. Pengaruh Refleksifitas cermin

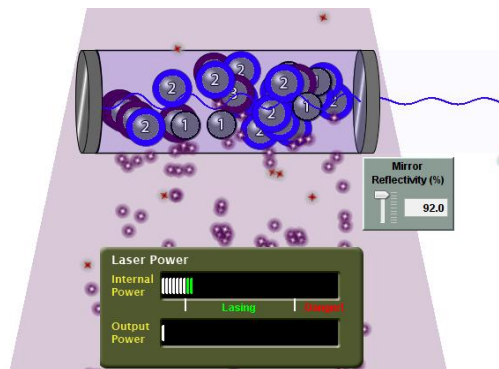
Refleksitas 100% berarti tidak ada sinar laser yang diteruskan ke luar tabung dan keadaan ini tidaklah punya arti penting karena tidak ada manfaatnya. Nilai refleksifitas yang terlalu rendah (70-80 kebawah) akan mengakibatkan tidak maksimal nya fungsi cermin pemantul sebagai pemercepat/pemerbanyak terjadinya proses eksitasi elektron sehingga keadaan dimana sinar laser dapat muncul akan diperoleh. Jadi nilai terbaik (yang banyak dipilih) adalah nilai refleksifitas sekitar 80-99 %



Gambar 8. Simulasi pengaruh nilai reflektifitas cermin

Jika nilai refleksifitas cermin diperkecil maka tampak daya laser yang keluar membesar (tampak amplitudo sinar laser membesar). Akibat daya laser yang keluar tabung membesar ini berakibat daya laser didalam tabung mengecil sehingga laser bisa menjadi melemah dan habis. Perlu dicatat bahwa pengecilan refleksifitas cermin ini adalah sekedar simulasi dalam kondisi nyata refleksifitas cermin ini tentunya tidak bisa diubah-ubah ketika laser sedang aktif keluar/terjadi dalam tabung. Dalam parkteknya pengubahan koefisien pantul cermin tersebut harus dilakukan sebelum proses pembangkitan laser dimulai.

Berdasarkan hal-hal tersebut nilai refleksitas cermin adalah sangat penting didalam menentukan apakah sinar laser yang diperoleh adalah stabil dan optimum. Pada software simulasi ini dapat dicari nilai  $r$  terendah yang masih dapat menghasilkan laser walaupun waktu yang dibutuhkan untuk munuculnya sinar laser akan cukup lama.

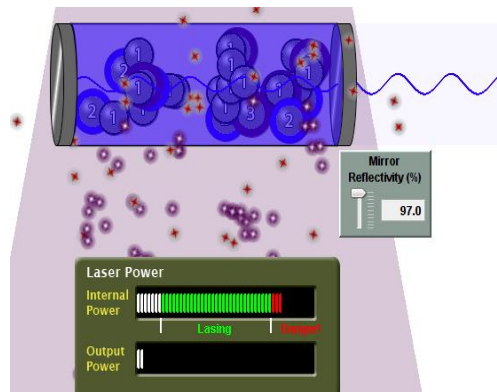


Gambar 9. Simulasi pengaruh nilai reflektifitas cermin

Uji coba pada nilai refleksifitas 92% (gambar ) dengan intensitas lampu pemompa dibuat maksimum memperlihatkan bahwa sinar laser masih dapat terbentuk dan juga cenderung stabil.

#### 4. Pengaruh waktu transit elektron (*lifetime*)

Untuk melihat efek pengurangan/pengecilan waktu hidup elektron (yaitu waktu transit elektron di aras 2 sebelum jatuh ke aras 1) maka dilakukan pengecilan waktu hidup pada saat laser sudah muncul dan stabil. Pada keadaan tersebut ketika waktu hidup diperkecil akan segera tampak efeknya yaitu apakah sinar laser akan berkurang atau bertambah dayanya. Hal ini tentu lebih memudahkan karena jika skala waktu transit/hidup elektron pada aras energi tertentu diperkecil lebih dahulu sebelum terbentuknya sinar laser maka laser kemungkinan akan lebih lama munculnya. Hal ini juga berkaitan dengan tidak adanya fasilitas perekaman kejadian dalam software simulasi ini.



Gambar 10. Simulasi pengaruh nilai lifetime

Hasil simulasi menunjukkan bahwa jika pembangkit laser dikondisikan sebagaimana percobaan A.1 maka pada laser sudah stabil kemudian besaran waktu hidup/singgah elektron pada aras 3 dikurangi menjadi minimal maka daya laser cepat naik menuju batas bahaya. Berbeda halnya jika yang dikurangi adalah waktu singgah elektron di aras 2 maka daya laser menjadi cepat melemah. Berdasarkan fakta simulasi tersebut maka suatu pembangkit laser akan menghasilkan daya laser yang jika zat yang digunakan memiliki waktu hidup yang kecil/singkat pada aras 3 dan sebaliknya memiliki waktu hidup yang besar/lama pada aras 2-nya.

## G. KESIMPULAN DAN SARAN

Software simulasi ini secara umum sudah cukup baik dalam menjelaskan proses terjadinya sinyal laser yang fokusnya adalah bagaimana mendapatkan laser yang stabil dan daya output yang tinggi. Dari hasil uji diperoleh bahwa semakin dekat level energi 2 dan 3 semakin cepat lasernya dapat muncul dan sebaliknya. Pengaruh diturunkannya intensitas lampu pemompa adalah menurunnya daya output. Nilai reflektifitas cermin yang mengecil menyebabkan laser menjadi melemah. Pengaruh dikecilkannya nilai lifetime pada aras 3 menjadikan laser adalah daya output laser semakin meningkat. Secara umum, software simulasi ini sangat baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran mengenai terjadinya sinar laser, namun ada beberapa fitur yang masih mungkin dikembangkan agar simulasi ini menjadi lebih baik dan lengkap.

Beberapa kekurangan/kelemahan-kelemahan dari software simulasi ini yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pengubahan Refleksifitas tersedia hanya dengan 1 option yaitu menggeser skala yang cukup sempit intervalnya sehingga sulit memilih angka seperti 98 dan 99. Penggeseran secara hati-hati dengan mouse hanya memunculkan nilai 97 kemudian 94, 92 dan seterusnya. Jadi Untuk mendapatkan nilai refleksifitas 98 dan 99% perlu input model diketik langsung nilai yang diinginkan. Solusi lain adalah dengan memperlebar interval skala yang ada sehingga penggeseran skala dengan mouse dapat memberikan nilai yang urut dari 100, 99, 98 dan seterusnya.

2. Software simulasi ini tidak menyediakan fasilitas stopwatch yang/untuk mempermudah mengetahui/mengukur lamanya waktu laser muncul atau menjadi stabil sejak simulasi dimulai (sejak proses pemompaan optis dimulai)

#### DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_. Introduction to Laser Technology. [www.mellesgriol.com](http://www.mellesgriol.com). [Diakses 20/12/2013].

Anonim. 2011. <http://langitbirutina.blogspot.com/2011/11/cara-kerja-laser-dan-manfaat-laser-bagi.html>. [Di akses 29/12/2013].

\_\_\_\_\_. [http://www1.union.edu/newmanj/Physics100/Laser%20Theory/laser\\_theory.htm](http://www1.union.edu/newmanj/Physics100/Laser%20Theory/laser_theory.htm). [Di akses 29/12/2013].

Arsyad, A. 2007. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

Aunurrahman. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: CV Alfabeta.

Kerr, J.2012. [www.ed.brocku.ca/~jkerr/sftwreva.htm](http://www.ed.brocku.ca/~jkerr/sftwreva.htm). [Di akses 29/12/2013].

Mustaji. 2012. <http://pasca.tp.ac.id/site/teori-model-dan-penelitian-pengembangan-dalam-perspektif-teknologi-pembelajaran>. [Diakses 29/12/2013].

Sanaky, H. 2009. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta : Safiria Insani Press.

Thoifuri. 2008. *Menjadi Guru Inisiator*. Semarang: RaSAIL Media Group.

Model adalah representasi realitas yang disajikan dengan suatu derajat struktur dan urutan (Seels & Richey, 1994). Model ada yang bersifat prosedural, yakni mendeskripsikan bagaimana melakukan tugas-tugas, atau bersifat konseptual, yakni deskripsi verbal realitas dengan menyajikan komponen relevan dan definisi, dengan dukungan data. Menurut Molenda (1996), ada 2 macam model yang lazim dikenal dalam pembelajaran, yakni model mikromorf dan paramorf. Mikromorf adalah model yang visual, nyata secara fisik, contohnya adalah planetarium dan simulasi komputer, *flowchart* suatu proses. Paramorf adalah model simbolik yang biasanya menggunakan deskripsi verbal. Model paramorf dibagi menjadi 3 macam, yakni (1) model konseptual, (2) model prosedural, dan (3) model matematik.